

ENSGSI

Année 2004-2005

EXAMEN DE GME 9

Une pompe de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ recycle de l'eau sur une colonne de culture d'algues filamenteuses et un bac de 100 l. Cette pompe consomme 2500 w électriques.

Nous ferons l'hypothèse que le volume total de liquide circulant dans le système est de 100 l et que la totalité des 2500 w sont convertis en chaleur dans la pompe et le circuit. La masse volumique et la capacité calorifique de l'eau sont 1000 kg/m^3 et $4200 \text{ J/kg/}^\circ\text{C}$. Sa conductibilité thermique est $0,65 \text{ W/m/}^\circ\text{C}$, et sa viscosité varie de $1,06 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$ à 17°C à $0,42 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$ à 67°C . Cette variation est supposée linéaire.

La température initiale de l'eau est 12°C , et la température ambiante de l'air est de 17°C .

A - En l'absence d'échangeur de chaleur, la température de l'eau monte puis se stabilise à 67°C .

1°) Quel est le produit HS de la conductance globale de perte thermique et de la surface externe de l'appareil (en $\text{W/}^\circ\text{C}$) ?

2°) En combien de temps l'élévation de température (à partir des conditions initiales) est elle égale à 95% de l'élévation finale de température ?

B - Un serpentin est installé dans la cuve de 100 l, celle ci étant supposée parfaitement agitée par une turbine RUSHTON tournant à 300 tours par minute. Le diamètre interne de ce serpentin est 32 mm, son diamètre extérieur est 35 mm. Nous voulons maintenir l'eau recyclée au maximum à 33°C . Le liquide de refroidissement est de l'eau à 12°C , dont le débit est $4 \text{ m}^3/\text{h}$.

1°) Quel est le diamètre du bac (D_t) si la hauteur de liquide est égale à ce diamètre ? Quel est le diamètre de l'agitateur (D_a) s'il est égal au tiers du diamètre de la cuve ?

2°) A quelle température l'eau de refroidissement ressort-elle au maximum du serpentin ?

3°) Entre quelles valeurs la conductance de transfert externe varie-t-elle (utiliser les corrélations fournies dans le polycopié donné en cours) ? NB : $\mu_s = \mu_m = \mu$ dans tout l'énoncé.

4°) Quelle est la valeur de la conductance de transfert interne (utiliser la corrélation du tube droit) ?

5°) Quel est la conductance de transfert à la paroi en inox ($15 \text{ W/m}^2\text{°C}$) ?

6°) Quelle est la conductance de transfert globale du serpentin (référée à la surface externe) ?

7°) Quelle est la surface externe de serpentin nécessaire ? Quelle est la longueur du serpentin ?

8°) En combien de temps l'élévation de température (à partir des conditions initiales) est elle égale à 95% de l'élévation finale de température ?